

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 46 583 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 01 F 5/06**

②① Aktenzeichen: 197 46 583.8  
②② Anmeldetag: 22. 10. 97  
④③ Offenlegungstag: 29. 4. 99

DE 197 46 583 A 1

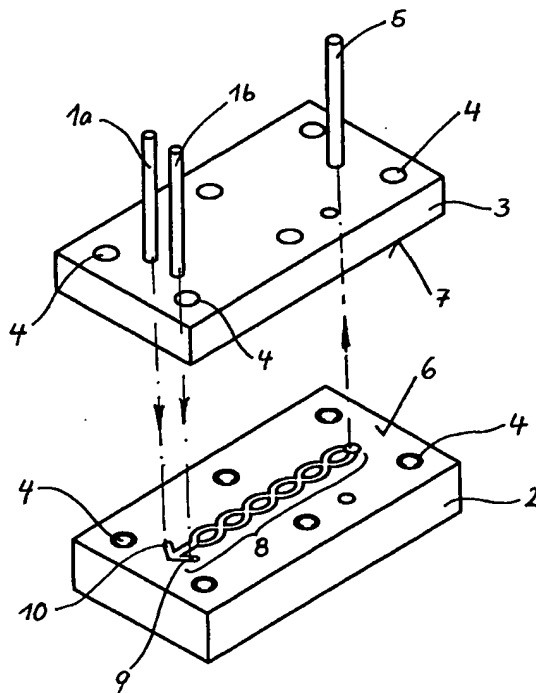
⑦① Anmelder:  
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑦② Erfinder:  
Koop, Ulrich, Dr., 64380 Roßdorf, DE; Schmelz,  
Michael, 65830 Kriftel, DE; Beirau, Andreas, 64291  
Darmstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

⑤④ Mikromischer

⑤⑦ Ein Mikromischer zum Mischen von flüssigen, viskosen oder gasförmigen Phasen weist ein Gehäuseunterteil (2) und ein Gehäuseoberteil (3) auf, die an Verbindungsoberflächen (6, 7) dichtend aneinanderliegen. Zwei Zulaufkanäle (1a, 1b) und ein Austrittskanal (5) münden in die Trennfläche zwischen den beiden Verbindungsoberflächen (6, 7). Kanalnuten (9, 10), die einander mehrfach kreuzen, sind in der einen Verbindungsoberfläche (6) ausgespart und bilden eine Mischstrecke für die zu mischenden Phasen.



DE 197 46 583 A 1

Die Erfindung betrifft einen Mikromischer zum Mischen von mindestens zwei flüssigen, viskosen oder gasförmigen Phasen, mit jeweils einem Zulaufkanal für jede der Phasen, einer Mischstrecke, in der die Phasenströme ein- oder mehrfach gekreuzt und geteilt werden, und einem Austrittskanal für das Gemisch.

Einrichtungen zum Mischen von flüssigen, viskosen oder gasförmigen Phasen sind in unterschiedlichen Ausführungsformen bekannt. Das Funktionsprinzip dieser Mischer besteht darin, die beiden oder mehreren, miteinander zu mischenden Phasenströme mehrfach zu teilen und zu kreuzen, so daß am Ende der Mischstrecke ein intensiv durchmischter Stoffstrom entsteht. Zum Mischen kleiner Mengen ist es beispielsweise bekannt, die Mischstrecke in einem dünnen Rohr auszubilden, das Mischkörper enthält, die die beiden zu mischenden Phasen in einander kreuzenden Kanälen führen. Solche rohrförmigen Mischstrecken sind jedoch weniger geeignet, wenn besonders kleine Mengen gemischt werden müssen und beispielsweise eine exakte Temperaturkontrolle erforderlich ist.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Mikromischer der eingangs genannten Gattung so auszubilden, daß mit geringem Fertigungsaufwand eine Mischstrecke aufgebaut werden kann, die ein sehr geringes Aufnahmevolumen aufweist und in allen Bereichen eine exakte und gleichmäßige Temperaturführung ermöglicht. Außerdem soll der Mikromischer leicht zu reinigen sein und die Möglichkeit bieten, sehr unterschiedliche Materialien zu verwenden, damit eine Anpassung an sehr unterschiedliche Einsatzfälle ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Gehäuseunterteil und ein Gehäuseoberteil an einander zugekehrten Verbindungsoberflächen dichtend aneinander liegen, daß die Zulaufkanäle und der Austrittskanal in die durch die Verbindungsoberflächen gebildete Trennfläche münden, und daß in mindestens einer der beiden Verbindungsoberflächen die Mischstrecke bildende Kanalnuten ausgespart sind.

Da die Mischstrecke ausschließlich aus den einander zugekehrten Oberflächen der Gehäuseteile und den darin ausgesparten Kanalnuten besteht, entfällt die Notwendigkeit, gesonderte Mischkörper vorzusehen. Die in mindestens einer der beiden Verbindungsoberflächen ausgesparten Kanalnuten können mit feinmechanischen Fertigungsverfahren in jedem beliebigen, an den jeweiligen Anwendungsfall angepaßten Verlauf, Querschnittsgestaltung und Oberflächenstruktur ausgeführt werden. Da die Bearbeitung nur im unmittelbaren Oberflächenbereich erfolgt, ist der hierfür erforderliche Fertigungsaufwand verhältnismäßig gering.

Der einfache, im wesentlichen plattenförmige Aufbau der beiden Gehäuseteile und gegebenenfalls weiterer, dazwischen angeordneter Gehäusezwischenplatten, die jeweils beiderseits eine Verbindungsoberfläche aufweisen, ermöglicht die Verwendung sehr unterschiedlicher Materialien, wobei sich die Materialauswahl weitestgehend nur nach den Anforderungen der zu mischenden Stoffe richtet, da fertigungstechnische Überlegungen weitgehend in den Hintergrund treten.

Die Abdichtung zwischen den aufeinanderliegenden Verbindungsoberflächen erfolgt durch Druckkräfte, nämlich Zusammenpressen der fein bearbeiteten Oberflächen und/oder Dichtungen, beispielsweise O-Ring-Dichtungen oder Flachdichtungen. Nach dem Öffnen des Mikromischers können alle Bereiche, die mit den zu mischenden Stoffen in Berührung gekommen sind, in einfacher Weise gereinigt werden.

Da alle Bereiche der einander in der Mischstrecke kreuzenden Kanäle sowie etwaiger Anschlußnuten in gleichmäßiger Weise in der Verbindungsoberfläche ausgebildet sind, sind auch die Wärmeübertragungsverhältnisse in allen Kanalabschnitten völlig gleichmäßig. Deshalb kann allein durch die Temperierung der Gehäuseteile eine völlig gleichmäßige Temperaturführung in allen Kanalabschnitten des Mikromischers erreicht werden. Der sehr geringe Querschnitt der Kanalnuten führt dazu, daß das Verhältnis der Kanaloberflächen zu dem Kanalvolumen sehr groß ist, wodurch ein sehr guter Wärmeaustausch ermöglicht wird. Dies trägt auch zur Erhöhung der Funktionssicherheit bei und ermöglicht eine exakte Temperaturführung.

Vorzugsweise sind die Kanalnuten nur in einer der beiden aneinander liegenden Verbindungsoberflächen ausgespart. Statt dessen ist es aber auch möglich, Kanalnuten in beiden Verbindungsoberflächen auszusparen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht die Mischstrecke aus zwei wellenförmig verlaufenden, einander mehrfach kreuzenden Kanalnuten. Dieser Nutverlauf ist fertigungstechnisch besonders einfach herzustellen und ergibt in allen Kanalbereichen einen weitgehend gleichen Kanalquerschnitt, so daß in allen Bereichen auch gleiche Wärmeübertragungsverhältnisse zu den Gehäuseteilen bestehen. Auf kleinstem Raum und mit verhältnismäßig geringer Kanallänge wird eine intensive Durchmischung erreicht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegens sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert, die in der Zeichnung dargestellt sind. Es zeigt:

Fig. 1 in räumlicher, auseinandergezogener Darstellung einen aus einem Gehäuseunterteil und einem Gehäuseoberteil bestehenden Mikromischer, wobei die Verbindungsschrauben weggelassen sind,

Fig. 1a eine besondere Ausführungsform des Gehäuseunterteils, wobei die sich an die Zulaufkanäle 1a und 1b sich anschließenden Kanalnuten V-förmig aufeinander treffen, wobei die Spitze des Vs in die entgegengesetzte Richtung der wellenförmig verlaufenden Kanalnuten weist.

Fig. 2 in einer Darstellung entsprechend der Fig. 1 eine abgewandelte Ausführungsform eines Mikromischers.

Der in den Fig. 1 und 1a gezeigten Mikromischer dienen zum Mischen von zwei flüssigen, viskosen oder gasförmigen Phasen, die über zwei nur schematisch angedeutete Zulaufkanäle 1a, 1b zugeführt werden. Der Mikromischer weist ein Gehäuseunterteil 2 und ein Gehäuseoberteil 3 auf, die bei den dargestellten Ausführungsbeispielen als einfache rechteckige Platten ausgeführt sind. Im zusammengebauten Zustand ist das Gehäuseunterteil mit dem Gehäuseoberteil durch (nicht dargestellte) Schrauben verbunden, die sich durch Bohrungen 4 erstrecken.

Ein die gemischte Phase abführender Austrittskanal 5 ist aus dem Mikromischer herausgeführt.

Das Gehäuseunterteil 2 und das Gehäuseoberteil 3 liegen im zusammengebauten Zustand an einander zugekehrten Verbindungsoberflächen 6 bzw. 7 dichtend aneinander. In der Verbindungsoberfläche 6 des Gehäuseunterteils ist eine Mischstrecke 8 zwischen den Zulaufkanälen 1a, 1b und dem Austrittskanal 5 ausgebildet. Die Mischstrecke 8 besteht aus zwei in der Verbindungsoberfläche 6 ausgesparten Kanalnuten 9 und 10, die wellenförmig verlaufen und aneinander zur Bildung der Mischstrecke 8 mehrfach kreuzen. Dadurch werden in den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 und Fig. 1a die beiden durch die Zulaufkanäle 1a, 1b zugeführten Phasenströme mehrfach gekreuzt und geteilt und dadurch intensiv miteinander vermischt. In besonderen Ausfüh-

rungsformen können die in den Gehäuseunterteilen 2 gezeigten Kanalnuten im Anschluß an die Zulaufkanäle 1a und 1b Y-, T- oder V-förmig, wobei die Spitze des Vs in die entgegengesetzte Richtung der wellenförmig verlaufenden Kanalnuten weist. Eine dieser besonderen Ausführungsformen ist in Fig. 1a gezeigt.

Die beiden Zulaufkanäle 1a, 1b münden jeweils an einem Ende der beiden wellenförmigen Kanalnuten 9 bzw. 10.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 im wesentlichen dadurch, daß die beiden Zulaufkanäle 1a, 1b über Anschlußnuten 11, 12 bzw. 13, 14 jeweils mit beiden Enden einer der wellenförmigen Kanalnuten 9 bzw. 10 verbunden sind, die die Mischstrecke bilden. Der Austrittskanal 5 ist in einem mittleren Bereich der einander kreuzenden Kanalnuten 9, 10 angeschlossen. Dadurch entstehen hierbei zwei parallelgeschaltete Mischstrecken 8' bzw. 8".

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 sind das Gehäuseunterteil 2' und das Gehäuseoberteil 3' kreisscheibenförmig ausgeführt und an ihrem äußeren Rand mit einer Fase versehen, die es ermöglicht, die beiden Gehäuseteile 2' und 3' durch ein am Rand angreifendes Flanschverbindungselement miteinander zu verbinden, beispielsweise einen Spannring.

Der Aufbau der beiden beispielsweise dargestellten Mikromischer kann noch dadurch erweitert werden, daß zwischen dem Gehäuseunterteil 2 bzw. 2' und dem Gehäuseoberteil 3 bzw. 3' eine oder mehrere Gehäusezwischenplatten angeordnet werden, die beiderseits eine Verbindungsoberfläche aufweisen. Dadurch ist es möglich, einen mehrstufigen Mischer aufzubauen.

Zusätzlich zu den beschriebenen Mischstrecken 8, 8' bzw. 8" können durch Aussparungen in den Verbindungsoberflächen 6, 7 und gegebenenfalls den Verbindungsoberflächen von Gehäusezwischenplatten Wärmetauscher, Pumpen und/oder andere verfahrenstechnische Komponenten ausgebildet werden. Durch weitere Platten und/oder andere Kanalformen lassen sich neben Wärmetauschern und Pumpen auch exakt temperierte Verweil- und Vorkühlstrecken integrieren.

Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen bestehen die Gehäuseteile aus Metall. Statt dessen ist es auch möglich, andere Materialien zu verwenden, beispielsweise Glas, Kunststoff oder Keramik. Es ist auch möglich, eine Oberflächenbeschichtung, beispielsweise durch Bedampfen, vorzusehen, so daß die mit den zu mischenden Phasen in Berührung kommenden Oberflächen in der jeweils erforderlichen Materialbeschaffenheit ausgewählt werden können.

#### Patentansprüche

1. Mikromischer zum Mischen von mindestens zwei flüssigen, viskosen oder gasförmigen Phasen, mit jeweils einem Zulaufkanal für jede der Phasen, einer Mischstrecke, in der die Phasenströme ein- oder mehrfach gekreuzt und geteilt werden, und einem Austrittskanal für das Gemisch, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Gehäuseunterteil (2, 2') und ein Gehäuseoberteil (3, 3') an einander zugekehrten Verbindungsoberflächen (6, 7) dichtend aneinander liegen, daß die Zulaufkanäle (1a, 1b) und der Austrittskanal (5) in die durch die Verbindungsoberflächen (6, 7) gebildete Trennfläche münden, und daß in mindestens einer der beiden Verbindungsoberflächen (6) die Mischstrecke (8, 8', 8") bildende Kanalnuten (9, 10) ausgespart sind.
2. Mikromischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kanalnuten (9, 10) nur in einer der beiden aneinanderliegenden Verbindungsoberflächen (6) ausgespart sind.

3. Mikromischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mischstrecke (8, 8', 8") aus zwei wellenförmig verlaufenden, einander mehrfach kreuzenden Kanalnuten (9, 10) besteht.

4. Mikromischer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Zulaufkanäle (1a, 1b) an einem Ende der beiden wellenförmigen Kanalnuten (9, 10) münden und der Austrittskanal (5) am anderen Ende der beiden Kanalnuten (9, 10) angeschlossen ist.

5. Mikromischer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Zulaufkanäle (1a, 1b) über Anschlußnuten (11, 12, 13, 14) jeweils mit beiden Enden einer der wellenförmigen Kanalnuten (9 bzw. 10) verbunden sind und der Austrittskanal (5) in einem mittleren Bereich der einander kreuzenden Kanalnuten (9, 10) angeschlossen ist.

6. Mikromischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Gehäuseoberteil (3, 3') und dem Gehäuseunterteil (2, 2') mindestens eine Gehäusezwischenplatte angeordnet ist, die beiderseits eine Verbindungsoberfläche aufweist.

7. Mikromischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu der Mischstrecke (8, 8', 8") Wärmetauscher, Pumpen und/oder andere verfahrenstechnische Komponenten durch Aussparungen in den Verbindungsoberflächen (6 bzw. 7) ausgebildet sind.

8. Mikromischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gehäuseoberteil (3) und das Gehäuseunterteil (2) durch Druckkraft, z. B. Schrauben oder Flanschverbindungselemente, miteinander verbunden sind.

9. Mikromischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gehäuseoberteil (3') und das Gehäuseunterteil (2') durch ein am Rand angreifendes Flanschverbindungselement miteinander verbunden sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

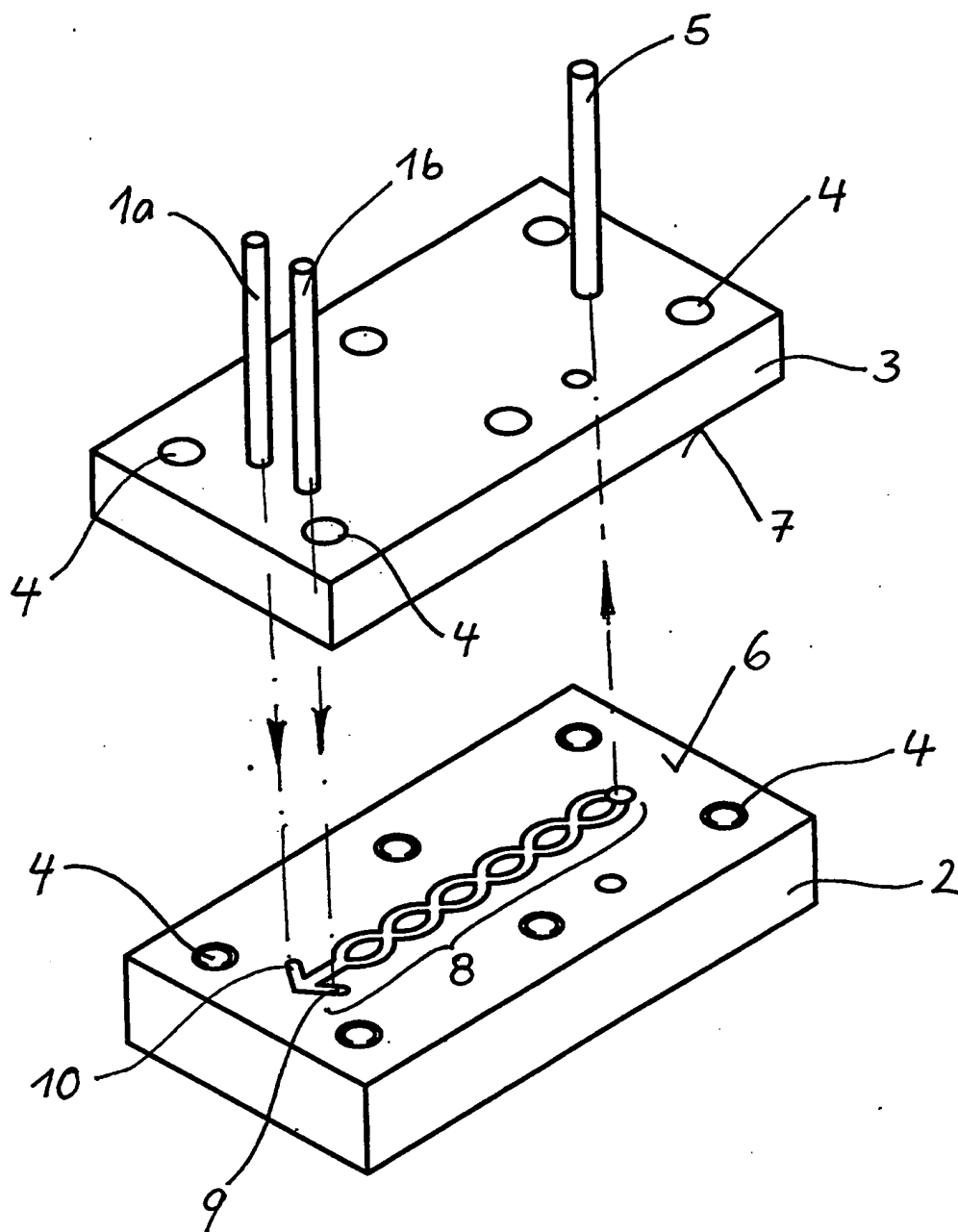


Fig. 1

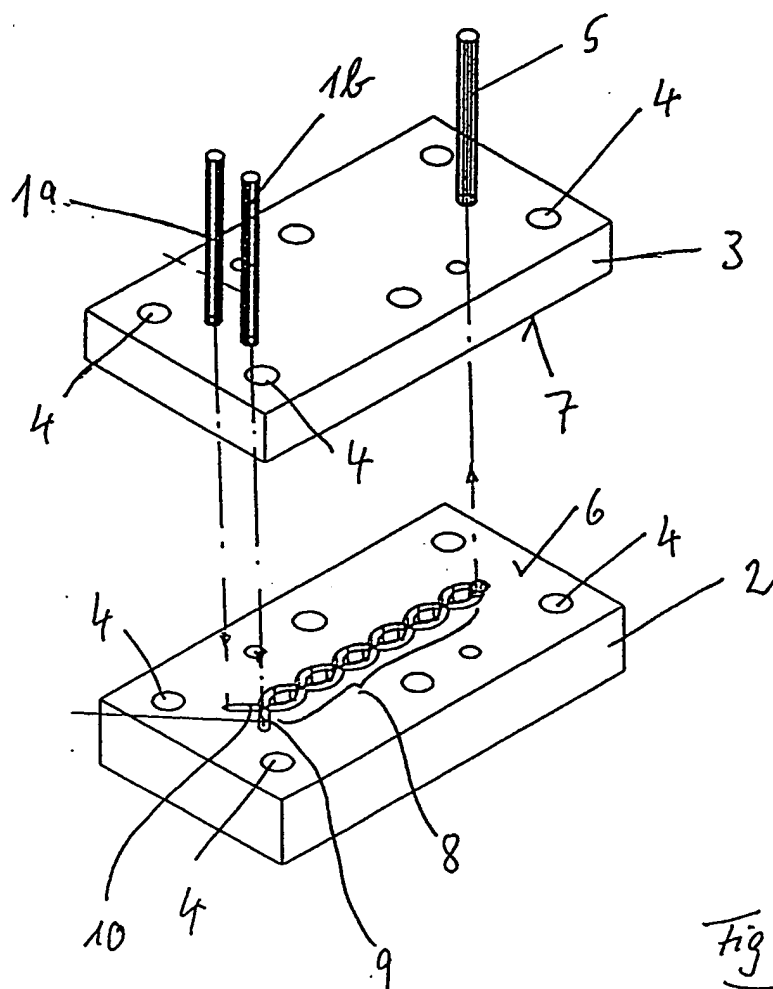


Fig. 1a

